

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10242546 A

(43) Date of publication of application: 11.09.98

(51) Int. Cl.

H01S 3/02
G05D 23/20

(21) Application number: 09040974

(22) Date of filing: 25.02.97

(71) Applicant: SEITAI HIKARI JOHO
KENKYUSHO:KK

(72) Inventor: TSUNEKANE MASAKI

(54) TEMPERATURE CONTROLLER FOR OPTICAL
ELEMENT AND LASER OSCILLATOR

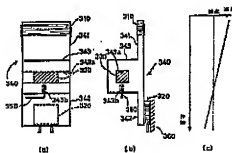
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a small-sized temperature controller which can control the temperature of an optical element in a high-temperature region and has temperature controllability and temperature stability by controlling the temperature of a supporting body having a plurality of components welded to each other with a brazing material having a melting point of a specific temperature or higher and to obtain a laser oscillator having excellent output stability.

SOLUTION: The heat generated by a resistive heat generating wire 310 reaches an optical element 330 inserted into a through hole 343a after the heat is transferred to a supporting section 343 through a heat transferring section 341. The heat is further transferred to a Peltier element 320 through a heat transferring section 342. While the heat generated from the wire 310 reaches the Peltier element 320, a temperature gradient which is higher on the wire 310 side and lower on the element 320 side is generated in a holder 340, because the heat is radiated. Therefore, the safety of the Peltier element 320 itself can be secured even when the temperature of the optical element 330 exceeds 200°C, because the temperature of the element

320 can be maintained at a value lower than the melting point of the bond used in the element 320 by contriving the shape of the holder 340.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242546

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 1 S 3/02

H 0 1 S 3/02

Z

G 0 5 D 23/20

G 0 5 D 23/20

A

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-40974

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月25日

(71) 出願人

393012288

株式会社生体光情報研究所

山形県山形市松葉2丁目2番1号

(72) 発明者

常包 正樹

山形県山形市松葉2丁目2番1号 株式会社
生体光情報研究所内

(74) 代理人

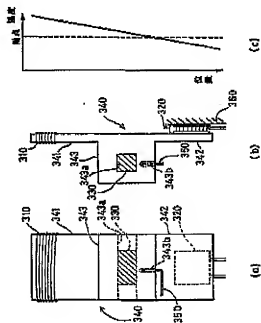
弁理士 山田 正紀 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光学素子の温度制御装置及びレーザ発振器

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光学素子の温度を高温で制御でき、かつ0. 1℃程度の高い温度制御性および安定性を有する小型の温度制御装置を提供すること、および出力安定性に優れたレーザ発振器を提供することを目的とする。

【解決手段】 ホルダ34の一方の伝熱部34aに抵抗発熱体として抵抗発熱線31が巻かれ、他方の伝熱部34bにペルチェ素子32が接着され、ホルダ34の中央部にある支持部34cに光学素子33が保持されており、ペルチェ素子32の出力が制御されることでホルダ34の温度勾配が制御される。



(2)

特開平10-242546

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学素子が支持された支持体と、
融点が200℃を超えるろう材で接合された複数の構成
部品を有し前記支持体の温度を制御することにより該支
持体に支持された光学素子の温度を制御するペルチェ素
子とを備えたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項2】 光学素子が支持される支持体を中央部に
有するとともに該支持部の両側それぞれから延在する伝
熱部を有するホルダと、

前記ホルダの一方の伝熱部に固定された抵抗発熱体と、
前記ホルダの他方の伝熱部に固定されたペルチェ素子と
を備えたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項3】 光共振器内の光軸上に配置された光学素
子と、該光学素子の温度を制御する温度制御装置とを備
えたレーザ発振器において、

前記温度制御装置が、
前記光学素子が支持された支持体と、

融点が200℃を超えるろう材で接合された複数の構成
部品を有し前記支持体の温度を制御することにより該支
持体に支持された光学素子の温度を制御するペルチェ素
子とを備えた装置であることを特徴とするレーザ発振
器。

【請求項4】 光共振器内の光軸上に配置された光学素
子と、該光学素子の温度を制御する温度制御装置とを備
えたレーザ発振器において、

前記温度制御装置が、
光学素子が支持される支持部を中央部に有するとともに
該支持部の両側それぞれから延在する伝熱部を有するホ
ルダと、

前記ホルダの一方の伝熱部に固定された抵抗発熱体と、
前記ホルダの他方の伝熱部に固定されたペルチェ素子と
を備えたものであることを特徴とするレーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、非線形光学結晶等
の光学素子を温度制御する温度制御装置、およびその温
度制御装置を有するレーザ発振器に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、レーザの基本発振光を第2高
調波などの実用性の高い光に変換する場合に、レーザ発
振器内に、しばしば、光学素子の一種である非線形光学
結晶等が設置される。この非線形光学結晶は所定の温度
において変換効率が高いため、非線形光学結晶が使用さ
れる際にはその温度が制御されることが多い。

【0003】 一般に、レーザ発振器内の光学素子の温度
制御は、80℃未満の温度では、光学素子を使用した支
持体に熱的に接触しているペルチェ素子の発熱量および
吸熱量が制御されることにより行われる。一方、80℃
以上での温度制御は従来他の温度制御方法により行わ
れている。80℃以上の温度における従来技術を図1に

示す。光学素子の支持体11は例えば銅製であって、真
鍮孔11aが開けられており、その真鍮孔11a内には
光学素子12が挿入されている。支持体11に近接して
巻き付けられたタンクシステムなどの抵抗発熱体10の発
熱量が制御されることにより光学素子の温度が制御され
る。

【0004】 このように80℃を境にして温度制御方法
が異なるのはペルチェ素子の構成部品の接合に80℃程
度で融解する半田材が使用されているためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 抵抗発熱体はペルチ
エ素子に比べて発熱量が小さく、光学素子を昇温する場
合には時間がかかる。また抵抗発熱体自身には冷却機能
がなく、従って抵抗発熱体が温度制御に用いられる場合
には発熱量の制御だけで温度の制御が行われるため、温
度制御性や応答性はペルチェ素子を用いた場合に比べて
かなり悪い。このため、温度制御される対象物の熱容量
が大きい場合には、所望の温度に対して大きく上下に行き
過ぎが繰り返されることが多く、所望の温度に安定する
までには長い時間が必要である。また、外乱等の影響を
受けて温度が変化した場合には、再び元の温度に戻るま
でに長い時間が必要である。さらに、光学素子を取り替
える際には装置を冷却する必要があるが、自然冷却では
温度が下がるのに時間がかかり、短時間で冷却するため
には別の機構による強制冷却が必要である。

【0006】 抵抗発熱体により光学素子を温度制御する
場合の温度制御性は具体的には0.5℃程度が限度であ
って制御性が低く、温度安定性も同程度である。このた
め、0.1℃程度の高い温度制御性が要求される、レー
ザ装置内に組み込まれた光学素子を抵抗発熱体で温度制
御する場合には、レーザ発振の出力や発振波長が変動
する可能性が高い。また、抵抗発熱体を用いた温度制御装
置は、温度制御性を高めるために必要と、大きな発
熱量を得るために、多量の抵抗発熱体が必要とするため
比較的大型であり、小型のレーザ発振器内に組み込む
ことが難しい。

【0007】 これに対してペルチェ素子は、電流を流す
方向によって加熱と冷却の切り替えが可能であり発熱量も
大きい。また、ペルチェ素子を用いた温度制御装置は、所
望の温度に短時間で達することができ、温度制御性およ
び温度安定性に優れ、かつ外乱等による温度の変動に対
する応答性もよい。またペルチェ素子を用いた温度制御
装置は小型化が容易であるため狭いレーザ発振器内に設
置することができる。

【0008】 しかし上記のように、半田材を用いたペル
チェ素子では80℃以上の温度には耐えられない。本発
明は、上記事情に鑑み、光学素子の温度を高温度で制御
でき、かつ温度制御性および温度安定性に優れた小型の温
度制御装置を提供すること、および出力安定性に優れた
レーザ発振器を提供することを目的とする。

(3)

特開平10-242546

3

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の温度制御装置は、光学素子が支持された支持体と、融点が200℃を超えるロウ材で接合された複数の構成部品を有し前記支持体の温度を制御することにより該支持体に支持された光学素子の温度を制御するペルチェ素子とを備えたことを特徴とする。

【0010】本発明の第2の温度制御装置は、光学素子が支持される支持部を中央部に有するとともに該支持部の両側それぞれから延在する伝熱部を有するホルダと、前記ホルダの一方の伝熱部に固定された抵抗発熱体と、前記ホルダの他方の伝熱部に固定されたペルチェ素子とを備えたことを特徴とする。

【0011】本発明の第1のレーザ発振器は、光共振器内の光軸上に配置された光学素子と、該光学素子の温度を制御する温度制御装置とを備えたレーザ発振器において、前記温度制御装置が、前記光学素子が支持された支持体と、融点が200℃を超えるロウ材で接合された複数の構成部品を有し前記支持体の温度を制御することにより該支持体に支持された光学素子の温度を制御するペルチェ素子とを備えた装置であることを特徴とする。

【0012】本発明の第2のレーザ発振器は、光共振器内の光軸上に配置された光学素子と、該光学素子の温度を制御する温度制御装置とを備えたレーザ発振器において、前記温度制御装置が、光学素子が支持される支持部を中央部に有するとともに該支持部の両側それぞれから延在する伝熱部を有するホルダと、前記ホルダの一方の伝熱部に固定された抵抗発熱体と、前記ホルダの他方の伝熱部に固定されたペルチェ素子とを備えたものであることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図2は、本発明の第1の温度制御装置の一実施形態を示した正面図(a)、および側面図(b)である。斜製の支持体21には断面四角形の貫通孔21aが開けられており、光学素子として非線形光学結晶の一種であるLiBO結晶22が挿入されている。また支持体21にはLiBO結晶22と近接して直径1mm程度の穴21bが開けられていて、熱電対23が挿入されている。さらに、支持体21には、ペルチェ素子20の一面が固定されている。このペルチェ素子20はAuSnを主とするロウ材により複数の半導体部品20aや伝熱板20bが接合された構造のものである。ペルチェ素子20の他面はレーザ装置の基板27に固定されている。なお図2には単段のペルチェ素子が示されているが、必要に応じて多段のペルチェ素子を用いてもよい。支持体21の外周にはテフロン製のカバー24が取り付けられている。

【0014】ペルチェ素子20が適切な方向に通電されると支持体21に接触する側の面が発熱し支持体21が

4

加熱され、熱伝導によって支持体内部のLiBO結晶22が加熱される。熱電対23によって検出される温度のデータに基づいて、ペルチェ素子20に流れる電流の量や通電時間が制御され、あるいは通電の方向が逆転されることによって、LiBO結晶22の温度が制御される。カバー24により外乱の影響が緩和されることで温度の安定化が計られている。

【0015】支持体21の貫通孔21aに挿入されたLiBO結晶22を波長1064nmのNd:YAGレーザ光に対して位相整合の状態にする場合には、LiBO結晶22は位相整合温度である140℃程度に加熱、制御される。この場合の温度制御性は0.01℃以下と高く、波長1064nmのNd:YAGレーザ光25が照射されることにより、LiBO結晶22は波長532nmの第2高調波26を安定して発生する。

【0016】本発明の第1の温度制御装置は、例えばAuSnなどの200℃を超える高温まで融解しないロウ材が用いられている近年開発された高熔点化されたペルチェ素子を利用することで200℃までの加熱を可能とする。しかし、本発明の第1の温度制御装置で200℃以上の温度を制御することは困難である。一方で、近年レーザの使用被反響が拡大し、また光学素子内に生じた欠陥を熱的に除去する必要性が生じたため、200℃を超える高い温度で光学素子を使用することが強く求められている。上記の事情に応えたものが、本発明の第2の温度制御装置である。

【0017】図3は、本発明の第2の温度制御装置の一実施形態を示した正面図(a)、側面図(b)、およびその温度勾配を示すグラフ(c)である。斜製のホルダ340の一方の伝熱部341に抵抗発熱体として抵抗発熱線310が巻かれており、他方の伝熱部342にペルチェ素子320の一面が接合されている。ペルチェ素子320の他面はレーザ装置の基板360に固定されている。なお図3には単段のペルチェ素子が示されているが、図2に示す実施形態の場合と同様、必要に応じて多段のペルチェ素子を用いてもよい。ホルダ340の中央部にある支持部343には断面四角形の貫通孔343aが開けられており、光学素子330が挿入されている。支持部343には、光学素子330に近接して直径1mm程度の穴343bが開けられていて、熱電対350が挿入されている。

【0018】抵抗発熱線310には、光学素子330近傍の温度が例えば200℃を超えたあたりの温度にまで上昇するように常に定まった量の電流が通電される。抵抗発熱線310で発生した熱は伝熱部341を伝って支持部343に到達し、貫通孔343aに挿入された光学素子330に達する。さらにこの熱は伝熱部342を伝ってペルチェ素子320に到達する。抵抗発熱線310で発生する熱がペルチェ素子320に伝わる間に、その熱が放射冷却等によって奪われるため、ホルダ34

(4)

特開平10-242546

5

0には、縦軸にホルダ340上の位置をとり横軸に温度をとれば、図3(c)のグラフに示すような、抵抗発熱線310の側で高くベルチエ素子320の側で低い温度勾配が生じる。そのため、光学素子330の温度が200℃を越えていても、ホルダ340の形状を工夫することによりベルチエ素子320の温度はその接合材の融点未満となるので、ベルチエ素子自身は安全である。

【0019】ベルチエ素子330の温度未満の温度まではベルチエ素子330によるホルダ340の加熱が可能であり、一旦加熱がすめば、抵抗発熱線310の発熱量はベルチエ素子330まで伝熱する間に失われる分の熱を補うだけでよいので、抵抗発熱線310を比較的小量にでき、抵抗発熱線が使われていても装置全体を小型化できる。

【0020】熱電対350により検出された温度のデータに基づいてベルチエ素子320の出力を制御すると温度勾配が制御され、間接的に光学素子330の温度が制御される。この結果ベルチエ素子の温度制御性の高さが生かされて、0.1℃程度の高い温度制御性が得られる。図4は、本発明の第1のレーザ発振器の一実施形態を示した図である。

【0021】レーザ発振器40はNd:YAGレーザ発振器であって、4枚の共振用ミラー41、42、43、44と、ミラー43および44の間にあるNd:YAG結晶45とで構成されたいわゆるZ型共振器を有する。ミラー41と42の間の光軸上に、図2に示す温度制御装置48が設置されており、温度制御装置48の支持体には非線形光学結晶の一種であるLBO結晶が挿入されている。

【0022】Nd:YAG結晶47は半導体レーザ素子45の発振光によってレンズ46およびミラー43を介して光励起される。Nd:YAG結晶47内で発生する波長1064nmの基本発振光49は、温度制御装置の支持体に挿入されたLBO結晶によって波長変換され、波長532nmの第2高調波50が発生する。第2高調波50は、ミラー42を通して共振器の外へ取り出される。LBO結晶の温度は位相整合温度である140℃程度の温度に調節され、LBO結晶が高い温度制御性の下で温度制御されることによって安定した出力で波長532nmのレーザ光が発生する。

【0023】図5は、本発明の第2のレーザ発振器の一実施形態を示した図である。レーザ発振器60はArレーザ発振器であって、2枚の共振用ミラー61、62と、それらの間に配置され、Arガスを封じ込めて放電により励起、発光させるレーザ管63とからなる共振器を有する。その共振器内の光軸上には図3に示す温度制御装置64が設置されており、この温度制御装置64のホルダには非線形光学結晶の一種であるBBO結晶が挿入されている。

6

【0024】レーザ管63から発生した波長488nmの基本発振光65が、250℃という高温の状態で温度制御されているBBO結晶に入射されることにより、そのBBO結晶が波長244nmの第2高調波66が発生する。第2高調波66は、ミラー61を通して共振器の外へ取り出される。波長244nmの第2高調波66は紫外光であるため、BBO結晶の内部に欠陥を生じるが、BBO結晶が上記のような高温の状態で保持されていることにより、第2高調波によって生じた結晶内部の欠陥が除去され、レーザ発振の信頼性が向上する。同時に高い温度制御性により安定した出力で波長244nmのレーザ光が発生する。

【0025】

【発明の効果】本発明の第1の温度制御装置によれば、80℃以上の高温であっても光学素子の温度を小型の装置で高い温度制御性でかつ高安定に加熱、制御することができる。本発明の第2の温度制御装置によれば、200℃以上の高温であっても光学素子の温度を高い温度制御性でかつ高安定に加熱、制御することができる。

【0026】本発明の第1および第2のレーザ発振器によれば、安定したレーザ出力を得ることができる。特に本発明の第2のレーザ発振器によれば、レーザ発振の信頼性も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】光学素子の温度制御方法の従来技術を示す図である。

【図2】本発明の第1の温度制御装置の一実施形態を示す正面図(a)、側面図(b)である。

【図3】本発明の第2の温度制御装置の一実施形態を示す正面図(a)、側面図(b)およびその温度勾配を示すグラフ(c)である。

【図4】本発明の第1のレーザ発振器の一実施形態を示す図である。

【図5】本発明の第2のレーザ発振器の一実施形態を示す図である。

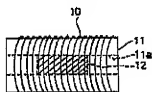
【符号の説明】

20, 320 ベルチエ素子
20a 半導体部品
20b 伝熱板
11, 21 支持体
12, 22, 330 光学素子
310 抵抗発熱線
340 ホルダ
341, 342 伝熱部
343 支持部
40, 60 レーザ発振器
41, 42, 43, 44, 61, 62 共振用ミラー
48, 64 温度制御装置

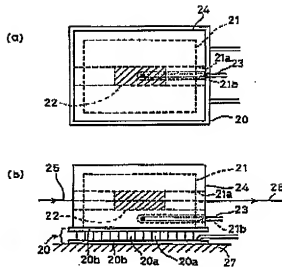
(5)

特開平10-242546

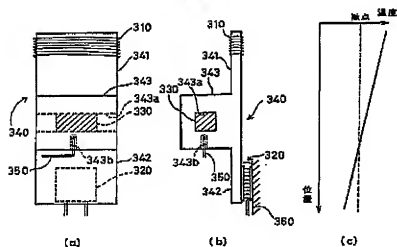
【図1】



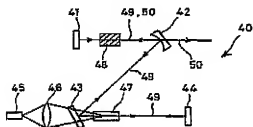
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

